



INVESTOR IN PEOPLE

PN - JP10282350 A 19981023  
 PD - 1998-10-23  
 PR - JP19970091992 19970410  
 OPD - 1997-04-10  
 TI - OPTICAL SPLITTER  
 IN - HIDA YASUHIRO; SUMITA MAKOTO; FUKUMITSU TAKAO; HANAWA FUMIAKI; INOUE YASUYUKI; TAKATO NORIO  
 PA - NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE  
 IC - G02B6/12 ; G01J3/12 ; G02B6/30 ; H04B10/02

© WPI / DERWENT

TI - Optical splitter for wavelength multiplex communication - includes several input waveguides to guide light signal reflected by wavelength filter to output waveguides  
 PR - JP19970091992 19970410  
 PN - JP3391650B2 B2 20030331 DW200325 G02B6/12 008pp  
 - JP10282350 A 19981023 DW199902 G02B6/12 008pp  
 PA - (NITE ) NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORP  
 IC - G01J3/12 ; G02B6/12 ; G02B6/30 ; H04B10/02  
 AB - J10282350 The splitter includes a substrate (1) over which several input and output waveguides (31-33) are formed. A wavelength filter (42) classifies the transmitted light signal and fed to corresponding output waveguides. The second input waveguides guide the light signal reflected by the wavelength filter to the output waveguides.  
 - USE - For video allocation and communication services such as telephone and computer data, cable TV.  
 - ADVANTAGE - Suppresses cross talk, surpluss loss and branching ratio variation. Eliminates optical branching.  
 - (Dwg.1/8)  
 OPD - 1997-04-10  
 AN - 1999-013805 [02]

© PAJ / JPO

PN - JP10282350 A 19981023  
 PD - 1998-10-23  
 AP - JP19970091992 19970410  
 IN - HIDA YASUHIRO; INOUE YASUYUKI; TAKATO NORIO; HANAWA FUMIAKI; FUKUMITSU TAKAO; SUMITA MAKOTO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



INVESTOR IN PEOPLE

PA NIPPON TELEGR &amp; TELEPHON CORP &amp; NTT &amp;

TI - OPTICAL SPLITTER

AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical splitter effective for the wave-length multiplexing communication and the optical line test system.

- SOLUTION: In a optical splitter in which the signal light is transmitted between one or a plurality of first input waveguides 31 formed by an optical waveguide on a substrate 1 and a plurality of output waveguides 33, a wavelength filter 42 to discriminate the signal light by the transmission and reflection is inserted in the output waveguides 33, and a plurality of second input waveguides 32 in which the signal light is reflected by a wavelength filter 42 and guided to the output waveguides 33, is provided.

I - G02B6/12 ;G01J3/12 ;G02B6/30 ;H04B10/02

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-282350

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12

G 0 2 B 6/12

F

G 0 1 J 3/12

G 0 1 J 3/12

G 0 2 B 6/30

G 0 2 B 6/30

H 0 4 B 10/02

H 0 4 B 9/00

U

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平9-91992

(22) 出願日

平成9年(1997)4月10日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 肥田 安弘

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 井上 靖之

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 高戸 範夫

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

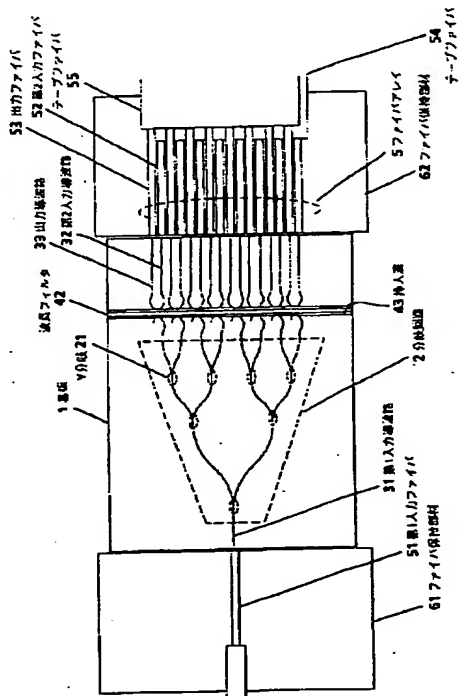
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光スプリッタ

(57) 【要約】

【課題】 波長多重通信や光線路試験システムに有効な光スプリッタを提供することを課題とする。

【解決手段】 基板1上の光導波路により形成された1本または複数本の第1入力導波路31と複数本の出力導波路33との間で信号光を伝達する光スプリッタにおいて、前記出力導波路33に、透過と反射によって信号光を分別する波長フィルタ42を挿入し、信号光を前記波長フィルタ42で反射して前記出力導波路33に導く複数本の第2入力導波路32を備えたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上の光導波路により形成された1本または複数本の第1入力導波路と複数本の出力導波路との間で信号光を伝達する光スプリットにおいて、前記出力導波路に、透過と反射によって信号光を分別する波長フィルタを挿入し、信号光を前記波長フィルタで反射して前記出力導波路に導く複数本の第2入力導波路を備えたことを特徴とする光スプリット。

【請求項2】 請求項1に記載の光スプリットの前記出力導波路と前記第2入力導波路を交互に配置して同一端面でファイバアレイに接続し、

該ファイバアレイを、前記出力導波路と前記第2入力導波路に対応した2種類の多心テープファイバより分けた単心ファイバを、種類毎に交互に横一列に並べて構成したことを特徴とする光スプリット。

【請求項3】 前記波長フィルタが、第1の波長帯の信号光をほぼ100%透過し、第2の波長帯の信号光をほぼ100%反射することを特徴とする請求項1または2に記載の光スプリット。

【請求項4】 前記波長フィルタが、必要とする波長域において信号光をほぼ一定の割合で分別することを特徴とする請求項1または2に記載の光スプリット。

【請求項5】 前記波長フィルタが、第1の波長帯の信号光をほぼ一定の割合で分別し、第2の波長帯の信号光をほぼ100%反射することを特徴とする請求項1または2に記載の光スプリット。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、波長多重通信や光線路試験システムに有効な光スプリットに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】通信サービスに対するニーズの多様化にともない、経済的で高機能なネットワークが要望され、各家庭まで光ファイバを設置しケーブルテレビ(CATV)などの映像分配サービスと電話やコンピュータデータ等の通信サービスとを同時に行うシステムが開発されつつある「通信・映像分配サービス用アクセスシステム」, NTTR 8; D. vol.44, p.1163, 1995参照)。

【0003】さらに、光ファイバ網の経済的・効率的な管理保守を目的に、映像・通信信号光とは別の波長によるインサート試験も開発されている(N. Tomita, et al., "Design and performance of a novel automatic fiber line testing system with OTDR for optical subscriber loops," J. Lightwave Technol., vol.12, p.717, 1994 参照)。

【0004】これらの、複雑多様な光通信サービスに対して、経済的で高性能な光部品の開発が望まれている。

通信用光部品としては、個別の部品をつなぎ合わせたバルク型、光ファイバを加工したファイバ型、および、平面基板上の光導波路で構成した導波型があるが、近年、小型集積性・量産性に優れ高機能化が可能な導波型光部品が注目されている。

【0005】図7に、波長1.55 $\mu$ m帯の映像信号光を分配し、波長1.3 $\mu$ m帯で通信光を伝達する導波型光スプリットを示す。この通信システムでは、1対多数によるパッシブダブルスター方式により経済的な映像分配サービスを提供し、同時に1対1のシングルスター方式により高速で安全な通信サービスを提供する。この光スプリットは厚さ1mmの石英の平面基板1上に、コア寸法7 $\mu$ m $\times$ 7 $\mu$ m、クラッド膜厚60 $\mu$ m、コアとクラッドの比屈折率差が0.45%の石英系光導波路で作製され、波長1.55 $\mu$ m帯での8加入分の映像分配サービスと、波長1.3 $\mu$ m帯での8加入分の双方向通信サービスを可能にするものである。

【0006】石英系光導波路は光ファイバと同成分材料を用い、高度な半導体加工技術を利用して作製されるので、高機能・低損失で安定性に優れた光部品を提供するものとして、近年、特に注目されている光導波路である(例えばM. Kawachi, "Recent progress in silica-based planar lightwave circuits on silicon," IEE Proc.- Optoelectron., vol.143, p.257, 1996参照)。

【0007】この光スプリットでは、図7に示すように、第1入力導波路31にY分岐21を3段連ねた分岐回路2を形成し、その出力ポートは波長合分波器41を通過して出力導波路33につながる。第1入力導波路31の両側には、それぞれ4本ずつ第2入力導波路32が配置され、波長合分波器41を介して出力導波路33に結合している。波長1.55 $\mu$ m帯での映像信号光は、第1入力導波路31から入射されて分岐回路2で8つに分配され、各分配信号光は波長合分波器41を通過し出力導波路33に達する。一方、局から加入者側の波長1.3 $\mu$ m帯通信光は、第2入力導波路32から入射されて、波長合分波器41を介して出力導波路33に導かれる。なお、加入者側から局への1.3 $\mu$ m帯通信光はこの逆の経路を通り、伝送路を伝搬後出力導波路33、波長合分波器41を介して第2入力導波路32に導かれることになる。

【0008】実施の形態波長合分波器41は、図8に示すように、2個の方向性結合器71、71を連結したマッハ・ツェンダ光干渉計で構成されている。このマッハ・ツェンダ光干渉計は設計や作製が容易なことから、導波型の波長合分波器に有効な回路として一般的に広く利用されているものである(小湊他, 「マッハ・ツェンダ干渉計で構成した導波型光WDM回路」, 電子情報通信学会論文誌C-I, vol.J73-C-I, p.354, 1990参照)。

【0009】この光スプリットの実施形態は、図7に示すように、導波路端面に入出力ファイバが接続される。

第1入力導波路31に第1入力ファイバ51が、第2入力導波路32に第2入力ファイバ52がそれぞれ端面接続される。これらの入力光ファイバは、各入力導波路の配列間隔と等しい間隔でファイバ保持部材61上に配置、固定されている。第2入力ファイバ52は多心なので、通常、それらを束ねた多心テープファイバ54を用いる。また、出力導波路33には出力ファイバ53が端面接続される。出力ファイバ53も各出力導波路の配列間隔と等しい間隔でファイバ保持部材62に配置、固定されている。出力ファイバ53も多心であるため、通常、それらを束ねた多心テープファイバ55を用いる。

【0010】また、分岐回路とマッハ・ツェンダ光干渉計を組み合わせた同構成の光スプリッタの他の応用として、1.3 $\mu$ m帯双方向通信と1.55 $\mu$ m帯映像分配とをパッシブダブルスター方式で提供し、1.65 $\mu$ m帯で線路試験を行うシステムが提案されている(F. Yamamoto, et al., "In-service remote access and measurement method for passive double star networks," 5th Conference on Optical / Hybrid Access Networks, Montreal, Canada, 5.02.1993参照)。この場合、マッハ・ツェンダ光干渉計は波長無依存カップラとして機能するように設計する。

【0011】即ち、1.55 $\mu$ m帯の映像信号光は第1入力導波路31から入射され、分岐回路で8分岐された後に光結合器41を経て出力導波路33に達する。一方、加入者側からの1.3 $\mu$ m帯通信光は、前記の1.55 $\mu$ m帯の映像信号光と逆の経路を辿って第1入力導波路31に達する。1.65 $\mu$ mの試験光は、第2入力導波路側から導入され、光結合器によって出力導波路33に結合した後、伝送路ファイバに送出され、各種試験が実行される。試験としては、例えば、後方散乱光をモニタして破断点を検出するOTDR試験等がある。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】図7に示す従来の光スプリッタでは、導波型マッハ・ツェンダ光干渉計の構造により、第2入力導波路32は出力導波路33と反対側に配置される。このため、第2入力導波路32は両端の2本を除いて、必ず、1度は分岐回路2の導波路とX交差部22で交差することになる。2本の導波路の交差では、導波路間で伝搬光が漏れ合って映像信号の劣化や通信時の漏話が生じる。そして、交差角が小さいほど、漏話量と過剰損失が増えることが知られている。例えば漏話量を-30dB以下に押さえるには13度以上の交差角が必要で、このときの過剰損失は0.1dB程度である。

【0013】一方、分岐回路2と第2入力導波路32のレイアウトのために曲がり導波路が必要となるが、この曲がり部分は、過剰損失を押さえるためにある一定以上の曲率半径(図7の従来例では15mm)で曲げなければならない。このような最小交差角と最小曲率半径の条

件のために、光スプリッタのレイアウトが制限され、その結果、回路設計に手間や時間がかかるという問題点があった。

【0014】特に、分岐数が増えるほど、回路設計は複雑・困難になる。また、同時に交差数の増加による損失増加の影響も顕著になる。第1入力導波路からN分岐する出力導波路の両端を伝搬する映像分配信号光は、 $(N/2-1)$ ヶ所のX交差部を通過するので、32分岐光スプリッタにおいては、交差過剰損失が約1.5dBにもなる。

【0015】さらに、Y分岐21の分岐比は分岐前の導波モードの状態に影響を受けやすいので、分岐回路2で導波路が交差することにより導波モードが乱れ、その結果、映像信号光の分岐比のばらつきや信号光パワーのばらつきが生じる危険性があった。

【0016】さらに、マッハ・ツェンダ光干渉計と分岐回路との複合構成という点でも問題点があった。従来例のように、分岐回路と波長合分波器を同一基板上の光導波路で作製する場合、それぞれを構成するY分岐および方向性結合器を作製するための最適な条件が厳密には異なるので、これらの2種類の回路を複合するために、それぞれの最適条件からずらした中間的な条件で作製する必要があった。このため、各回路の特性を十分引き出すことができず、その結果、光スプリッタの特性ばらつきが生じ、歩留り低下の要因の一つとなっていた。

【0017】本発明はかかる事情を鑑みてなされたものであり、その目的は、回路設計を容易にし、回路特性と生産性を向上する光スプリッタを提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成する本発明の光スプリッタは、基板上の光導波路により形成された1本または複数本の第1入力導波路と複数本の出力導波路との間で信号光を伝達する光スプリッタにおいて、前記出力導波路に、透過と反射によって信号光を分別する波長フィルタを挿入し、信号光を前記波長フィルタで反射して前記出力導波路に導く複数本の第2入力導波路を備えたことを特徴とする。

【0019】また、前記光スプリッタの出力導波路と前記第2入力導波路を交互に配置して同一端面でファイバアレイに接続し、該ファイバアレイを、前記出力導波路と前記第2入力導波路に対応した2種類の多心テープファイバより分けた単心ファイバを、種類毎に交互に横一列に並べて構成したことを特徴とする。

【0020】さらに、これらの前記の光スプリッタは、前記波長フィルタが、第1の波長帯の信号光をほぼ100%透過し、第2の波長帯の信号光をほぼ100%反射することを特徴とすることができる。

【0021】また、前記波長フィルタが、必要とする波長域において信号光をほぼ一定の割合で分別することを特徴とすることができる。

入力導波路を設けこるにより、第2入力導波路と光分岐回路の交差が無くなって回路設計が容易になり、交差による漏話、過利損失、分岐比ばらつき等の問題も回避でき、特性の向上と生産性の向上が期待できる。

【0051】さらに、通常誘電体多層膜で構成される波長フィルタは、多重の干渉効果を利用して多彩なフィルタ特性を実現できるので、本構成の光スプリッタは通信システムの多様化に対し柔軟に対応することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光スプリッタの第1の実施の形態として1.55 $\mu$ m帯映像分配と1.3 $\mu$ m帯通信用の8分岐光スプリッタの構成を説明する平面図である。

【図2】図1の側面図である。

【図3】本発明の光スプリッタを構成する波長フィルタの特性を説明する図で、実施の形態1を構成する波長1.55 $\mu$ m帯の光をほぼ100%透過し、波長1.3 $\mu$ m帯の光をほぼ100%反射する波長フィルタである。

【図4】実施の形態1の光スプリッタを構成する波長フィルタである。

【図5】実施の形態2を構成する波長1.2~1.7 $\mu$ mの範囲で約80%の信号光を透過し、約20%の信号光を反射するフィルタである。

【図6】実施の形態3を構成する波長1.3と1.55 $\mu$ m帯での約80%の信号光を透過し（約20%を反

射）、波長1.65 $\mu$ m帯でほぼ100%の信号光を反射するフィルタの波長特性である。

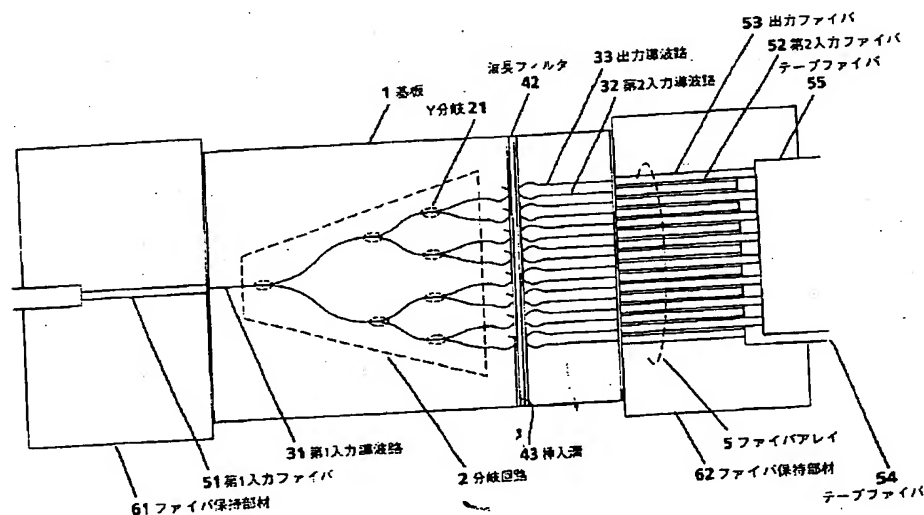
【図7】従来の光スプリッタの構成を説明する平面図である。

【図8】波長合分波器の構成と機能を説明する拡大図で、従来例の光スプリッタに使用されている導波型マッハ・ツェンダ光干渉計である。

#### 【符号の説明】

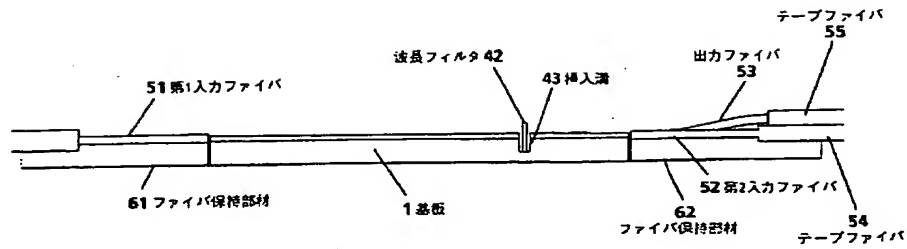
- 1 基板
- 2 分岐回路
- 21 Y分岐
- 22 X交差
- 31 第1入力導波路
- 32 第2入力導波路
- 33 出力導波路
- 41 波長合分波器
- 42 波長フィルタ
- 43 挿入溝
- 44 紫外線硬化型接着剤
- 5 ファイバアレイ
- 51 第1入力ファイバ
- 52 第2入力ファイバ
- 53 出力ファイバ
- 54, 55 多心テープファイバ
- 61, 62 ファイバ保持部材

【図1】

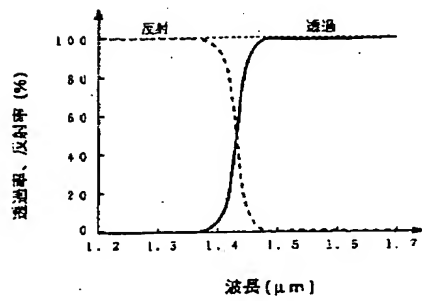




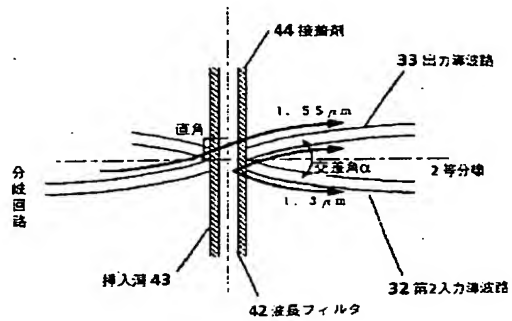
【図2】



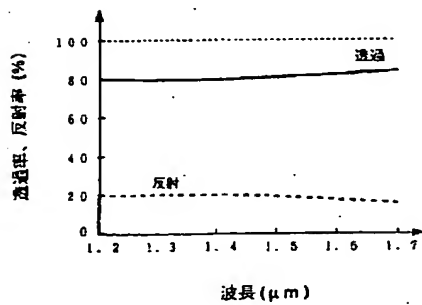
【図3】



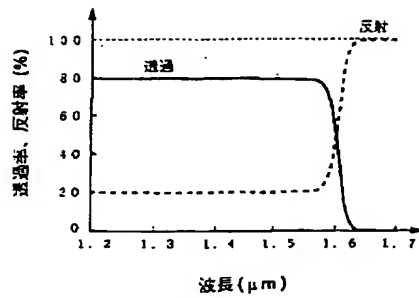
【図4】



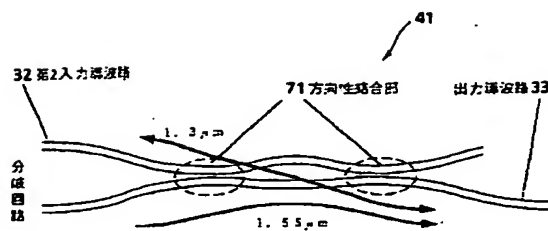
【図5】



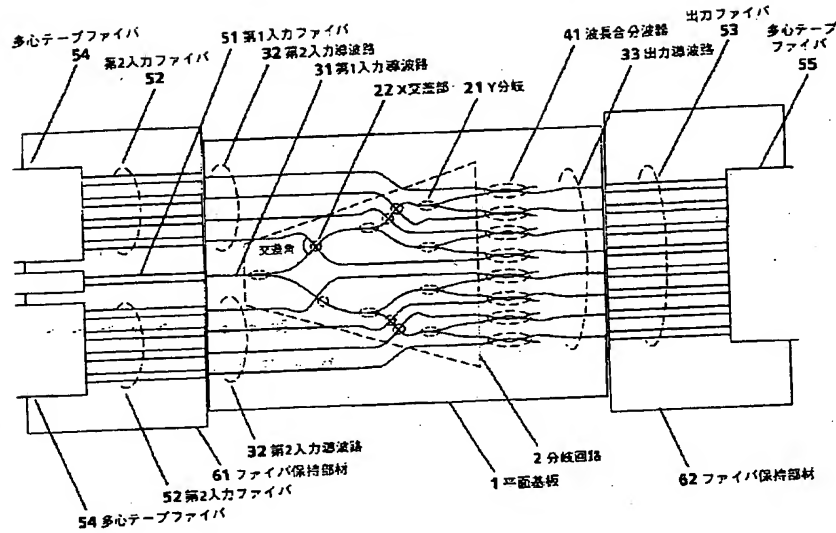
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 堀 文明  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 福満 高雄  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 住田 真  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内